

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-202719

(43)Date of publication of application : 04.08.1995

(51)Int.Cl. H03M 13/00
G11B 20/18
G11B 20/18
H04L 1/00

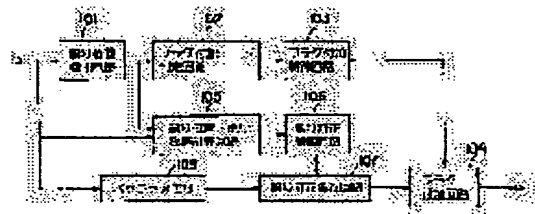
(21)Application number : 05-349644 (71)Applicant : TOSHIBA CORP
(22)Date of filing : 29.12.1993 (72)Inventor : KATO TAKEHISA

(54) DECODER FOR ERROR CORRECTION CODE

(57)Abstract:

PURPOSE: To always keep a decoding characteristic of an error correction code obtained through multiple coding of digital information in a best state without being deteriorated by timewise fluctuation of an erroneous state.

CONSTITUTION: In the decoder that decodes an error correction code subjected to multiple coding such as a product code comprising, e.g. two kinds of codes by using a 1st decoding means and a 2nd decoding means, the 1st decoding means is provided with an error number detection circuit 101 counting an error check result of each code word obtained by the 1st decoding means and circuits 102, 103 controlling the additional mode of suitable reliability information based on the count when the reliability of an error added by the 1st decoding means is expressed in at least three stages.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 01.02.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 3 M 13/00		8730-5 J		
G 1 1 B 20/18	5 3 6 E	9074-5 D		
	5 4 2 A	9074-5 D		
H 0 4 L 1/00	F	9371-5 K		

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 9 頁)

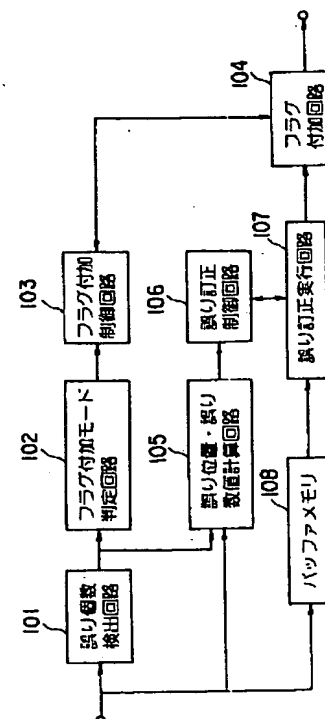
(21) 出願番号	特願平5-349644	(71) 出願人	000003078 株式会社東芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
(22) 出願日	平成 5 年 (1993) 12 月 29 日	(72) 発明者	加藤 岳久 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株 式会社東芝研究開発センター内
		(74) 代理人	弁理士 鈴江 武彦

(54) 【発明の名称】 誤り訂正符号の復号装置

(57) 【要約】

【目的】 デジタル情報を多重符号化した誤り訂正符号の復号特性を、エラー状態の時間的変動に対し低下させることなく常に最良に保つ。

【構成】 多重符号化された誤り訂正符号、例えば 2 種類の符号からなる積符号を第 1 の復号手段及び第 2 の復号手段にて復号する復号装置において、第 1 の復号手段が、この第 1 の復号手段で付加される誤りに対する信頼度が少なくとも 3 段階で表現される場合に、第 1 の復号手段から得られる各符号語の誤り検出結果を計数する誤り個数検出回路 101 と、計数値に基づいて好適な信頼度情報の付加モードを制御する回路 102、103 とを具備する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 デジタル情報を多重符号化した符号を第1の復号手段及び第2の復号手段の少なくとも2段階にて復号する誤り訂正符号の復号装置において、前記第1の復号手段が、

この第1の復号手段によって付加される誤りに対する信頼度情報が少なくとも3段階で表現される場合に、前記第1の復号手段にて得られる誤り検出情報から、前記第1の復号手段の信頼度情報の付加モードを制御する制御手段を具備することを特徴とする誤り訂正符号の復号装置。

【請求項2】 デジタル情報をC2 (n_2, k_2) 符号とC1 (n_1, k_1) 符号 (n_1, n_2 は符号長、 k_1, k_2 は情報符号長) という2段階によって符号化した積符号をC1復号手段とC2復号手段によって復号する誤り訂正符号の復号装置において、前記C1復号手段が、

C1復号時に付加されるC1フラグが少なくとも2ビットである場合に、前記C1復号手段から得られる各符号語の誤り検出結果を計数する計数手段と、

この計数手段から出力される計数値に基づいて、C1フラグの付加モードを制御する制御手段と、を具備することを特徴とする誤り訂正符号の復号装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はデジタル情報の伝送・記録再生時に、その誤りを検出・訂正する多重符号化された誤り訂正符号の復号装置、特に積符号の復号装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 一般にデジタル情報の記録再生系の誤り訂正システムでは、図2(a), (b)に示されるような積符号が使われる。この積符号は符号を2段階に組み合わせる構成することにより、最小ハミング距離が長く訂正能力が高い符号と同等の訂正能力が得られ、かつ各段の復号の計算手順が比較的容易であるという特徴を持っている。各段の符号にはリードソロモン符号が良く使われる。

【0003】 図2(a)の例は、横方向にC1 (n_1, k_1) 符号、縦方向にC2 (n_2, k_2) 符号 (n_1, n_2 : 符号長、 k_1, k_2 : 情報符号長) よりなる積符号である。符号長、情報符号長の長さはシンボル単位で、1シンボルは8ビットとする。図2(a)の場合、C1, C2符号の符号語の長さ n_1, n_2 が独立に自由に設定できるという特徴を持つ。図2(b)は、縦方向にC1符号、斜め方向にC2符号よりなる積符号である。この図2(b)の場合、横方向のLの長さ(符号語の数)は自由に設定できる特徴を持つ。

【0004】 一般に符号化側では、第1にC2を符号化し、第2にC1を符号化する。以下では、記録再生は1

つのC1符号語のシンボルが連続して記録再生されるような順に行われるものとする。さて、C1, C2の最小ハミング距離が、それぞれ d_1, d_2 であるとする、この積符号の最小ハミング距離は $d_1 d_2$ となり、誤りを $(d_1 d_2 - 1)$ シンボルまで検出でき、 $(d_1 d_2 - 1) / 2$ シンボルまで訂正できる。

【0005】 図3に、一般的な積符号の符号化・復号化の簡単なブロック図と、図2(a)を例とした符号化および復号の過程を示す。301は第1段符号化器であるC2符号化器、302は第2段符号化器であるC1符号化器、303は通信路、304は第1段復号器であるC1復号器、305は第2段復号器であるC2復号器である。

【0006】 $k_2 \times k_1$ のブロック化された原情報は、符号化側では、第1段符号化器であるC2符号化器301によってC2パリティが付加され $n_2 \times k_1$ のブロックとなる。次に第2段符号化器であるC1符号化器302によって、C1パリティが付加され $n_2 \times n_1$ のブロックとなり符号化が終わる。復号側では、第1段復号器であるC1復号器304において誤りを検出、訂正する。C1復号器304では距離が d_1 であるので $(d_1 - 1)$ シンボルの誤り検出、 $(d_1 - 1) / 2$ シンボルまでの誤り訂正が可能である。

【0007】 このとき誤り個数の判定と訂正の結果に応じてフラグを各符号語に付加する。そしてこのフラグをC1復号結果と共に第2段復号器であるC2復号器305に送る。

【0008】 C2復号器305ではC2符号より誤り個数を判定する。C2符号だけでは最小ハミング距離が d_2 であるため、 $(d_2 - 1)$ シンボルまでの誤り検出、 $(d_2 - 1) / 2$ シンボルまでの訂正が可能である。また、C1フラグが付加されたシンボルを消失(位置が既知の誤り)として扱うことにより、 $(d_1 - 1)$ シンボルまでの誤り訂正(消失訂正)が可能となる。C2復号器305でどのような訂正を行うかを、C1復号器304から送られたC1フラグを参照して決定する。この様にして、復号を行うことにより、 $k_2 \times k_1$ の原情報ブロックが得られる。

【0009】 復号結果の特性を評価するものに、見逃し確率と訂正不能確率がある。見逃し確率は、エラーシンボルを正しいシンボルと見誤る確率である。デジタルVTR等では、この見逃しによって誤りが直接画面上にでる。訂正不能確率は、誤り個数が訂正能力を越え、誤りが訂正できなくなる確率である。デジタルVTR等では訂正不能の場合、周辺画素の情報から補間などを行うことによって原情報に近い情報を得ることができる。これら見逃し確率と訂正不能確率は出来るだけ低い程、復号特性がよい。

【0010】 デジタル情報の記録再生系ではランダムエラー、バーストエラー、及びこの2つが混在する複合

エラーがある。これらエラーの状態は時間的に一定ではなく変動する。従来は、この様なエラー状態の時間的な変動は、あまり考慮されなかった。つまりC1復号で、どの様に訂正を行い、フラグを付加するのか、C2復号器では送られたC1フラグからどの様な訂正を行うのか、これら諸条件を固定させて行ってきた。このため図4の様に、エラー状態Aで見逃し確率と訂正不能確率が低い（復号特性が良い）復号モード1が、エラー状態Bでは見逃し確率と訂正不能確率が高く（復号特性が悪く）なってしまう、逆にエラー状態Bで見逃し確率と訂正不能確率が低い復号モード2がエラー状態Aでは見逃し確率と訂正不能確率が高くなるということが起きる。この様に従来の固定した復号法では、エラーの状態が変化することによって復号特性が悪くなる場合があり、デジタルVTR等では画質が劣化するなどの欠点があった。

【0011】

【発明が解決しようとする問題】このように、従来技術では復号法が固定されていたため、時間的に変動するエラーの状態に適応できず、変化するエラー状態によっては復号特性が悪くなる。このためデジタルVTR等では、画質が劣化する等の問題があった。本発明は、このような従来の課題を解決するためになされたもので、その目的とするところは、エラー状態の時間的変動による復号特性の劣化を防ぎ常に最良の復号特性を得ることの可能な誤り訂正符号の復号装置を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記した目的を達成するために、本発明は、デジタル情報を多重符号化した符号を第1の復号手段及び第2の復号手段の少なくとも2段階にて復号する誤り訂正符号の復号装置において、前記第1の復号手段が、この第1の復号手段にて付加される誤りに対する信頼度情報が少なくとも3段階で表現される場合に、前記第1の復号手段にて得られる誤り検出情報から、前記第1の復号手段の信頼度情報の付加モードを制御する制御手段を具備する。

【0013】又は、本発明は、デジタル情報をC2 (n_2, k_2) 符号とC1 (n_1, k_1) 符号 (n_1, n_2 は符号長、 k_1, k_2 は情報符号長) という2段階によって符号化した積符号をC1復号手段とC2復号手段によって復号する誤り訂正符号の復号装置において、前記C1復号手段が、C1復号時に付加されるC1フラグが少なくとも2ビットである場合に、前記C1復号手段から得られる各符号語の誤り検出結果を計数する計数手段と、この計数手段から出力される計数値に基づい

て、C1フラグの付加モードを制御する制御手段とを具備する。

【0014】

【作用】すなわち、本発明においては、デジタル情報を多重符号化した符号を第1の復号手段及び第2の復号手段の少なくとも2段階にて復号する場合において、前記第1の復号手段にて付加される誤りに対する信頼度情報が少なくとも3段階で表現される場合に、前記第1の復号手段にて得られる誤り検出情報から前記第1の復号手段の信頼度情報の付加モードを制御する。

【0015】又は、本発明は、デジタル情報をC2 (n_2, k_2) 符号とC1 (n_1, k_1) 符号 (n_1, n_2 は符号長、 k_1, k_2 は情報符号長) という2段階によって符号化した積符号をC1復号手段とC2復号手段によって復号する場合において、C1復号時に付加されるC1フラグが少なくとも2ビットである場合に、前記C1復号手段から得られる各符号語の誤り検出結果を計数し、得られた計数値に基づいてC1フラグの付加モードを制御する。

【0016】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。図1は、本発明の一実施例の構成を示したものである。同図において、101は、内符号の受信語から誤り個数を判定する誤り個数判定回路、102は、誤り個数が判定された結果、幾つ以上の誤りでフラグを付加すれば良いか判定するフラグ付加モード判定回路、103は、フラグ付加モード判定回路102からの結果を受けてフラグ付加回路104を制御するフラグ付加制御回路、104は、誤りが訂正された符号語にフラグを付加するフラグ付加回路、105は、誤りの位置と大きさを計算する誤り位置・数値計算回路、106は、誤り位置・数値計算からの結果を受けて誤り訂正実行回路107を制御する誤り訂正制御回路、108は受信語を訂正するまでの時間を調節するための遅延を行なうバッファメモリ108である。

【0017】ここで、図2(a)の場合を例にとり、本実施例の特徴であるフラグ付加モード判定について説明する。いまC1の符号長 n_1 、情報シンボル数 k_1 、最大誤り訂正可能数 t_1 とする。ただし、 $d_1 = 2t_1 + 1$ とする。伝送路によって送られた符号は、まず第1のC1復号器によって誤り個数が判定される。その時、C1符号語毎に2ビットの誤り個数の判定結果が得られる。ここで誤り個数の判定結果の値は、最小ハミング距離が d_1 であることから、

【0018】

- 0...C1符号語にシンボルエラー無しと判定された
- 1...C1符号語に1シンボルのエラーと判定された
- 2...C1符号語に2シンボルのエラーと判定された

$t_1 + 1$...C1符号語に $t_1 + 1$ シンボル以上のエラーと判定された

となる。このC1の誤り個数の判定結果は複数ビットで表すことができる。

【0019】この誤り個数の判定結果の値が i ($i=0 \sim t_1+1$)のC1の符号語の個数、 $N(i)$ を積符号のブロック毎に求める。本実施例では、図1の誤り個数検出回路より得られる誤り個数判定結果から、図5のフローチャートのステップS1乃至S6に従って、C1復号器におけるフラグ(C2復号器における最大誤り訂正数を決定する)の付加方法を決定する。C1復号器で付加されるフラグは2ビットとする。

【0020】ここで図5における t はある定数である。但しフローチャートでは、復号の際に判定される1符号

$$F(i) = FM(i) + FJ(i)$$

という関係がある。ここで、 $FM(i)$ は復号する際にあるシンボルエラーの数を、異なる個数 i に誤判定する確率で、 $FJ(i)$ は i 個のエラーと正判定する確率である。

【0022】C1復号器において、誤り検出個数に応じてフラグを付加する。しかし、フラグが2ビットであるため、例えば信頼度のレベルは、表1のように3段階で表現される。

【0023】

【表1】

Level	nit 1	bit 0
0	0	0
1	0	1
2	1	1

$FM(0)$: $d-1$ シンボル以上エラー → 0シンボルエラー (誤りなし)

$FM(1)$: $(d-1)$ シンボル以上エラー → 1シンボルエラー

$FM(2)$: $(d-2)$ シンボル以上エラー → 2シンボルエラー

:

$FM(t_1)$: $(d-t_1)$ シンボル以上エラー → t シンボルエラー

がある。

【0026】一般的に、 $FM(i)$ で最も大きくなるのは $FM(t_1)$ で、 $FM(i)$ には、

$$FM(t_1) > FM(t_1 - 1) > \dots > FM(2) > FM(1) > FM$$

語内のエラー個数(以下誤り判定個数) i の発生確率 $F(i)$ で表現されている。即ち $F(i)$ は、C1復号器で i ($i=0 \sim t_1+1$)個誤りと判定される確率である。但し、 $F(t_1+1)$ は t_1+1 個誤り以上と判定される確率である。例えば積符号ブロック内のC1符号語数に $F(i)$ を掛けることによって $N(i)$ を求めることができる。よって、 $F(i)$ と $N(i)$ は同様の扱いが可能である。以下では、確率によって説明する。

【0021】さて、一般にC1復号器において、復号の際に判定される1符号語内のエラー個数(以下誤り判定個数) i の発生確率 $F(i)$ には、

$$(i=0 \sim t_1) \quad \dots (1-1)$$

【0024】従って、何個誤り以上でフラグを付加するか(以降、フラグ付加境界条件)は2つになる。そこで、フラグ付加境界条件の一つについては、 t_1 個誤り以上で付加するものとする。以下では、残るフラグ付加境界条件(誤りの少ない個数のフラグを付加する条件)の決定について説明する。ここで、 r_p を決定するフラグ付加境界条件とおく。 $r_p=0$ の場合、フラグ付加率は100%になってしまうため無意味である。従って r_p の範囲は、 $1 \leq r_p \leq t_1$ と考えて差し支えない。

【0025】さて、(2-2)式の $FM(i)$ には、

(0)

なる関係がある。

【0027】

【数1】

何故なら $PM(i)$ は、

$$FM(i) = PM(i) * WE_L(d_1 - i) \quad (1 \leq i \leq t) \quad \dots (1-2)$$

で表される。ここで、 $WE_L(d_1 - i)$ は受信語中に $(d_1 - i)$ 個以上のエラーが発生する確率を加算したもので、

$$WE_L(d_1 - i) = WE(d_1 - i) + WE(d_1 - i + 1) + \dots + WE(n_1) \quad \dots (1-3)$$

を表わす。

【0028】

【数2】

(1-3)式から、 $PM(i)$ と $PM(i-1)$ を比べると、 $(1 \leq i \leq t)$

$$\begin{aligned} \frac{PM(i)}{PM(i-1)} &= \frac{n! C_i * 255^i / 256^{d_1-1}}{n! C_{i-1} * 255^{i-1} / 256^{d_1-1}} = \frac{n! C_i}{n! C_{i-1}} * 255 \\ &= 255 * (n_1 - i + 1) / i > 255 \\ \therefore PM(i) &> 255 * PM(i-1) \quad \dots (1-4) \end{aligned}$$

【0029】

【数3】

従って、

$$PM(0) < PM(1) < PM(2) < \dots < PM(t-1) < PM(t)$$

よって、 $FM(i)$ と $FM(i-1)$ について考えると、

$$\begin{aligned} \frac{FM(i)}{FM(i-1)} &= \frac{PM(i) * WE_L(d_1 - i)}{PM(i-1) * WE_L(d_1 - i + 1)} \\ &= \frac{PM(i) * (WE(d_1 - i) + WE_L(d_1 - i + 1))}{PM(i-1) * WE_L(d_1 - i + 1)} \\ &= \frac{PM(i)}{PM(i-1)} \left\{ \frac{WE(d_1 - i)}{WE_L(d_1 - i + 1)} + 1 \right\} \geq \frac{PM(i)}{PM(i-1)} > 255 \\ \therefore FM(i) &> 255 * FM(i-1) \quad \dots (1-5) \end{aligned}$$

従って、 $FM(i-1) < FM(i)$ である。 $(1 \leq i \leq t)$

【0030】さて、 i シンボルエラーと判定され、かつ復号後にシンボルが誤っている確率 $FE(i)$ は、誤判定する確率 $FM(i)$ が小さいほど小さい。よって、 i が小さいほど $FE(i)$ も小さい。復号後のシンボルの状態確率において見逃しにあたる $P0e$ は、

【0031】

【数4】

$$P0e = FE(0) + FE(1) + \dots + FE(rp-2) + FE(rp-1) \approx FE(rp-1)$$

【0032】で計算される。この結果、見逃し確率 $P0e$ は符号長、最小ハミング距離、エラー状態にかかわらず、フラグ付加境界条件 rp が小さいほど、必ず小さくなる。即ち、見逃し($P0e$)のみを考えるならば、 rp

は小さければ小さいほど良いことになる。

【0033】しかし、Level 1のフラグ付加率 $P1$ は次式によって表される。

$$P1 = F(rp) + F(rp+1) + \dots + F(t_1 - 1)$$

即ち、 rp が小さいほどフラグ付加率 $P1$ が高くなってしまふ。なお、Level 2のフラグ付加率 $P2$ は

【0034】

【数5】

$$P2 = F(t) + F(t_1 + 1)$$

【0035】で表される。ここで、見逃し確率だけを低くしたのであれば、 $rp=1$ とすれば最も低くなる。いま、 $P1$ を出るだけ低くしたいと考えと、

【0036】

【数6】

$$F(1) + F(0) \approx F(0)$$

【0037】を満たすときは、1個以上のエラーでフラグを付加してもP1はそれほど大きくないと考えて良い。逆に、

$$F(1) + F(0) \gg F(0)$$

となれば、P1は大きくなると考えられるため、1個以上のエラーでフラグを付加しない方が良い。同様に考えれば、

【0038】

【数7】

$$\sum_{i=x}^{t-1} F(i) = \sum_{i=0}^{x-1} F(i) \quad (1 < x < t)$$

【0039】の時は、 $rp = x$ として良い。以上から、フラグ付加境界条件 rp を決定するためのフローチャートは図5に示すようになる。ここではある定数で、0.1~0.2とするのが良いが、場合によっては他の値でも良い。

【0040】図5のフローチャートによれば、 $rp = 1$ を初期値とし、フラグ付加率P1が大きくならないように rp を大きくしていくことにより、見逃し確率P0eを小さくすることができる。

【0041】次に、最小ハミング距離が偶数の場合について説明する。奇数の場合の同様に、最小ハミング距離 d_1 とおけば、最大誤り訂正可能数 t は、

$$t = (d_1 - 2) / 2$$

となる。従って、フラグ付加境界条件 rp を決定するための条件式は、 d_1 が奇数の場合と同じになる。従って、 rp は図5のフローチャートにより決定できる。

【0042】例として、最小ハミング距離が13の場合について考える。従って、C1復号器において訂正できる誤りの最大可能数は6である。なお、符号長は110とした。この場合のフラグ付加境界条件 rp を決定する手順を図6のフローチャートのステップS10乃至S18に示す。ここで、 ζ の値を0.2とする。

【0043】

【表2】

i	F[i]	F ² [i]	F ³ [i]	F ⁴ [i]
0	3.310331e-01	1.417526e-39	3.310331e-01	1.684420e-40
1	3.678145e-01	4.724624e-34	3.678145e-01	5.616672e-35
2	2.024838e-01	7.274732e-29	2.024838e-01	8.652764e-30
3	7.363046e-02	6.853390e-24	7.363046e-02	8.156663e-25
4	1.989510e-02	4.408998e-19	1.989510e-02	5.251373e-20
5	4.260365e-03	2.046516e-14	4.260365e-03	2.439777e-15
6	7.530955e-04	7.056883e-10	7.530948e-04	8.422783e-11
7	1.295874e-04	—	—	8.416001e-06

【0044】表2は、平均シンボル誤り率 10^{-2} についてC1符号で6誤り訂正まで行ったときの復号結果である。表2の結果から、このエラーの場合に選択されるC1復号器でのフラグ付加境界条件 rp は、図6のフロー

$$\{F[1] + F[2] + F[3] + F[4] + F[5]\}$$

$$= 6.680842e-01 > \zeta \times F[0] = 6.620602e-02$$

$$\{F[2] + F[3] + F[4] + F[5]\}$$

$$= 3.002697e-01 > \zeta \times \{F[0] + F[1]\} = 1.397695e-01$$

$$\{F[3] + F[4] + F[5]\}$$

$$= 9.778593e-02 < \zeta \times \{F[0] + F[1] + F[2]\} = 1.802663e-01$$

$$\{F[4] + F[5]\}$$

$$= 2.415547e-02 < \zeta \times \{F[0] + F[1] + F[2] + F[3]\} = 1.949924e-01$$

$$\{F[5]\}$$

$$= 4.260365e-03 < \zeta \times \{F[0] + F[1] + F[2] + F[3] + F[4]\} = 1.989714e-01$$

$$rp = 3$$

【0046】さて、ここでフラグ付加境界条件 rp を変化させた場合のC1符号の復号特性（復号後のシンボルの状態確率）を表3に示す。なお、表3において、シンボルの状態確率P2c, P2e, P1c, P1e, P0c, P0e

チャートに従えば、以下の様に $rp = 3$ と決定される。

【0045】

【数8】

は、

【0047】

P2c: シンボルにレベル2のフラグが立ち、かつシンボルが正しい確率

P2e: シンボルにレベル2のフラグが立ち、かつシンボルが誤っている確率

P1c: シンボルにレベル1のフラグが立ち、かつシンボルが正しい確率

P1e: シンボルにレベル1のフラグが立ち、かつシンボルが誤っている確率

P0c: シンボルにフラグが立たず、かつシンボルが正し

い確率

P0e: シンボルにフラグが立たず、かつシンボルが誤っている確率

を表す。

【0048】

【表3】

r p	1	2	3	4	5
P2c	8.8268e-04	8.8268e-04	8.8268e-04	8.8268e-04	8.8268e-04
P2e	8.4161e-06	8.4161e-06	8.4161e-06	8.4161e-06	8.4161e-06
P1c	6.6808e-01	3.0027e-01	1.778e-02	2.4155e-02	4.2604e-03
P1e	2.4398e-15	2.4398e-15	2.4398e-15	2.4398e-15	2.4398e-15
P0c	3.3103e-01	6.9885e-01	9.913e-01	9.7496e-01	9.9486e-01
P0e	1.6844e-04	5.1674e-25	3.952e-20	8.1674e-25	5.2515e-20

【0049】表3より、rpが3の場合は、rpが4の場合に比べて見逃し確率であるP0eが約 $1/10^5$ となる。それに比べフラグ付加率P1は、約4倍程度しか高くない。rpが1や2の場合は見逃し確率は低いが、フラグ付加率は最も低いrp=5よりも約70~156倍と高くなる。従ってフラグ付加境界条件rpが3の場合(網掛け部)が他のrpに比べて、見逃し確率であるP0eをできるだけ低くし、かつフラグ付加率P1

(=P1c+P1e)が高くないような復号特性(C1復号後のシンボルの状態確率)であることが判る。

【0050】このフラグ付加境界条件の最適化は、C1復号器の誤り検出情報を用いて行うことができる。従って、自動的にC1符号の復号法の最適化を行える。また、短期的な最適化と長期的なN(i)を求め、最適化を行い、その結果を比較することで、より良いC1符号の復号法が決定できる。N(i)の数をそのまま用いるだけでなく、その比を用いることでrpを決定することも可能である。

【0051】上記したように、本実施例においては、デジタル情報を多重符号化した符号を復号するにあたり、第1の復号手段によって得られる誤りの検出情報からエラー状態に好適な復号モードを判定する判定器から送られる制御信号により復号モードが変化する第1の復号手段において、エラー状態に対し好適な復号モードにより復号することによって、常に最良の復号特性を得ることができる。

【0052】

【発明の効果】以上説明したように本発明の誤り訂正符号の復号装置によれば、復号するときに得られる誤り個数の判定結果から、現在発生したエラー状態に好適な復号法を構成することにより、エラー状態の時間的変動による復号特性の劣化を防ぎ、常に最良の復号特性を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明が適用された復号装置の一実施例の構成を示すブロック図である。

【図2】2重符号化された積符号の例を示す説明図である。

【図3】誤り訂正符号の2重符号化及び復号化の説明図である。

【図4】エラー状態と復号特性の関係を示す特性図である。

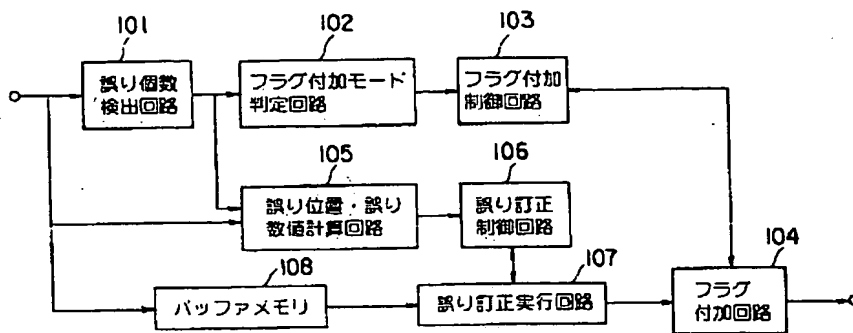
【図5】本実施例の復号法の内、フラグ付加モードを選択する動作を示すフローチャートである。

【図6】本実施例の復号法を選択する動作を示すフローチャートである。

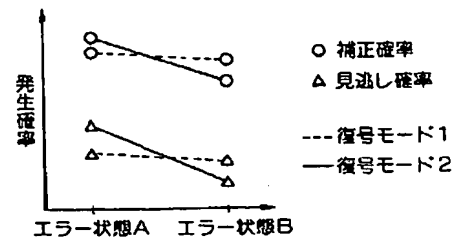
【符号の説明】

101…誤り個数検出回路、102…フラグ付加モード判定回路、103…フラグ付加制御回路、104…フラグ付加回路、105…誤り位置・誤り数値計算回路、106…誤り訂正制御回路、107…誤り訂正実行回路、108…バッファメモリ。

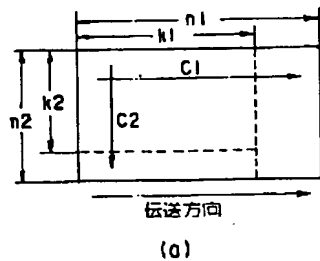
【図1】



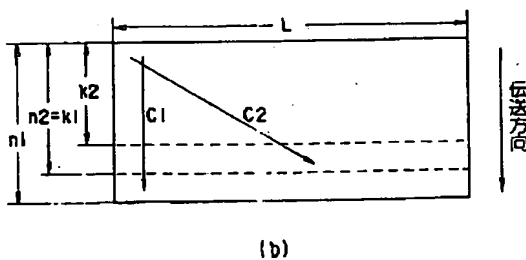
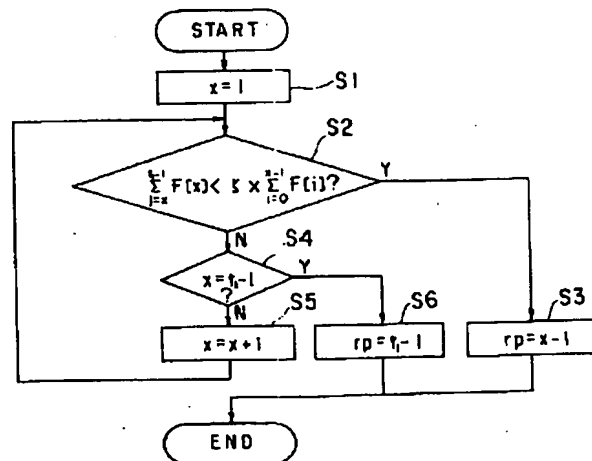
【図4】



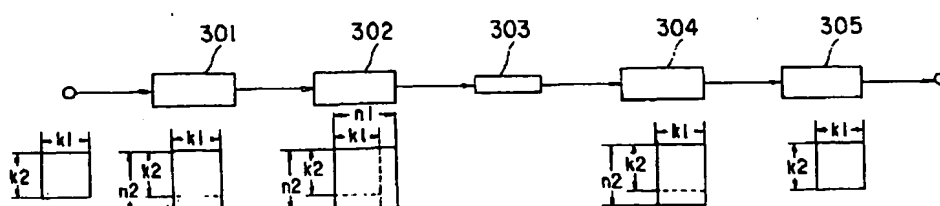
【図2】



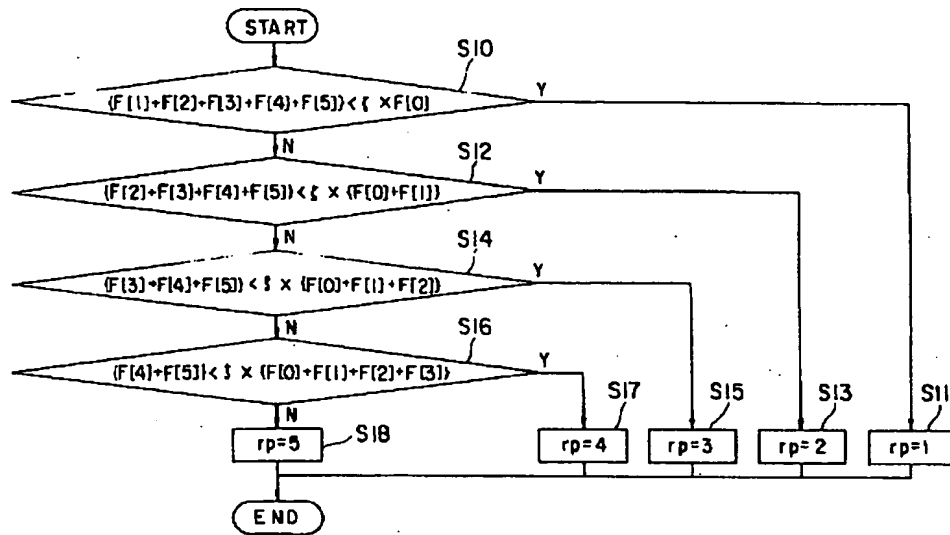
【図5】



【図3】



【図6】



THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)